

# Dependabilidade de sistemas *mHealth* em *mobile clouds*: Planejamento de infraestruturas através de modelos estocásticos

**Jean Carlos Teixeira de Araujo**

Orientador: Prof. Paulo Romero Martins Maciel

[jcta@cin.ufpe.br](mailto:jcta@cin.ufpe.br)

<http://www.jean.pro.br/>

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Centro de Informática - CIn



# Agenda

- 1 Introdução
  - Contextualização
  - Arquitetura geral
  - Objetivos
- 2 Metodologia de apoio
  - Fluxograma
  - Cenários
- 3 (Alguns) Modelos propostos
  - Avaliação do tempo de vida da bateria em dispositivos móveis
- 4 (Alguns) Resultados
  - Parâmetros de entrada
  - Resultados experimentais
  - Resultados dos modelos
- 5 Próximas etapas

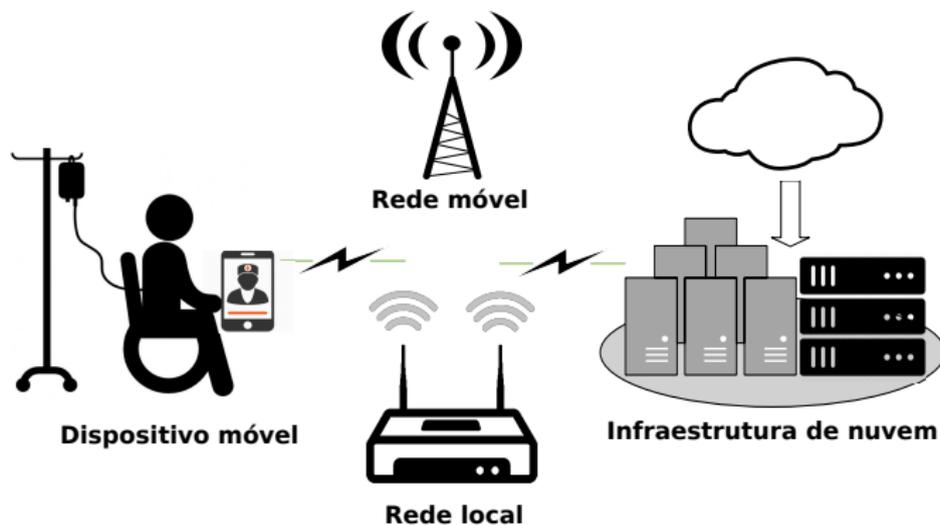


# Mobile Cloud Computing

## O que é?

- É a **combinação da computação em nuvem e redes móveis** para trazer benefícios para usuários móveis, operadores de rede, bem como provedores de nuvem;
- **Transfere** a computação intensiva, armazenamento de dados e processamento massivo de informação **para a nuvem**.

# Arquitetura geral de um sistema *mHealth*



## Objetivo geral

O principal objetivo desta pesquisa é propor um **conjunto de técnicas de planejamento de dependabilidade** de sistemas *mHealth* implantados em infraestruturas de *mobile cloud computing*. Esta abordagem deve permitir a **identificação de pontos de falha/melhoria** em diferentes níveis do sistema em estudo. O *framework* proposto irá identificar **qual infraestrutura de sistema** é capaz de prover serviços móveis que atendam **requisitos de dependabilidade desejáveis**.

## Objetivos específicos

- Propor modelos de dependabilidade para sistemas *mHealth* implantados em infraestruturas de *mobile cloud computing*, considerando principalmente falhas e reparos de *hardware* e *software*, além do tempo de vida da bateria;
- Identificar o impacto de diferentes protocolos de comunicação e cenários de *mHealth* no consumo de energia e *downtime* de dispositivos móveis;
- Propor método de otimização de sensores de sinais vitais em sistemas *mHealth* para economia de consumo de bateria;

## Objetivos específicos

- Propor modelos de dependabilidade para sistemas *mHealth* implantados em infraestruturas de *mobile cloud computing*, considerando principalmente falhas e reparos de *hardware* e *software*, além do tempo de vida da bateria;
- Identificar o impacto de diferentes protocolos de comunicação e cenários de *mHealth* no consumo de energia e *downtime* de dispositivos móveis;
- Propor método de otimização de sensores de sinais vitais em sistemas *mHealth* para economia de consumo de bateria;

## Objetivos específicos

- Propor modelos de dependabilidade para sistemas *mHealth* implantados em infraestruturas de *mobile cloud computing*, considerando principalmente falhas e reparos de *hardware* e *software*, além do tempo de vida da bateria;
- Identificar o impacto de diferentes protocolos de comunicação e cenários de *mHealth* no consumo de energia e *downtime* de dispositivos móveis;
- Propor método de otimização de sensores de sinais vitais em sistemas *mHealth* para economia de consumo de bateria;



## Objetivos específicos

- Automatizar o monitoramento de envelhecimento de *software* em nuvens privadas e o acionamento de ações de rejuvenescimento de *software* para manter os altos níveis de dependabilidade;
- Propor estratégias de planejamento de custos de implantação e provisionamento de infraestruturas de nuvem privada para suporte a sistemas *mHealth*;
- Propor melhorias arquiteturais e ajustes em parâmetros de sistemas *mHealth* em ambientes de nuvem móvel.



## Objetivos específicos

- Automatizar o monitoramento de envelhecimento de *software* em nuvens privadas e o acionamento de ações de rejuvenescimento de *software* para manter os altos níveis de dependabilidade;
- Propor estratégias de planejamento de custos de implantação e provisionamento de infraestruturas de nuvem privada para suporte a sistemas *mHealth*;
- Propor melhorias arquiteturais e ajustes em parâmetros de sistemas *mHealth* em ambientes de nuvem móvel.

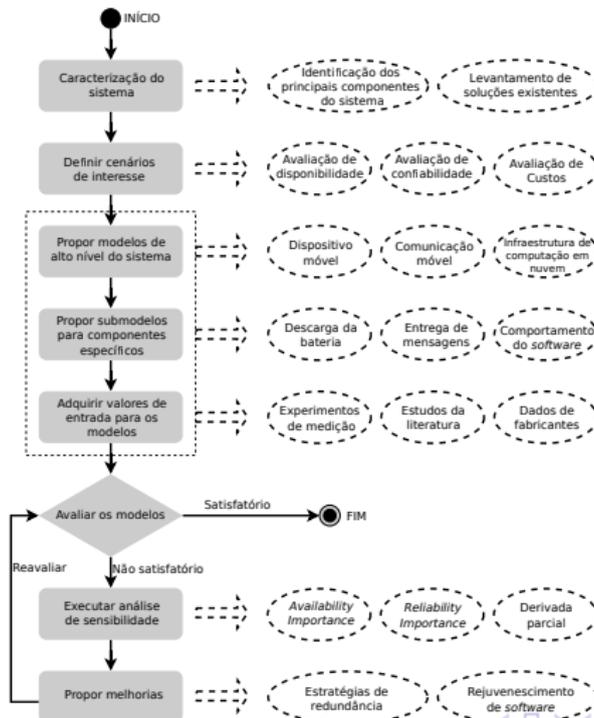


## Objetivos específicos

- Automatizar o monitoramento de envelhecimento de *software* em nuvens privadas e o acionamento de ações de rejuvenescimento de *software* para manter os altos níveis de dependabilidade;
- Propor estratégias de planejamento de custos de implantação e provisionamento de infraestruturas de nuvem privada para suporte a sistemas *mHealth*;
- Propor melhorias arquiteturais e ajustes em parâmetros de sistemas *mHealth* em ambientes de nuvem móvel.

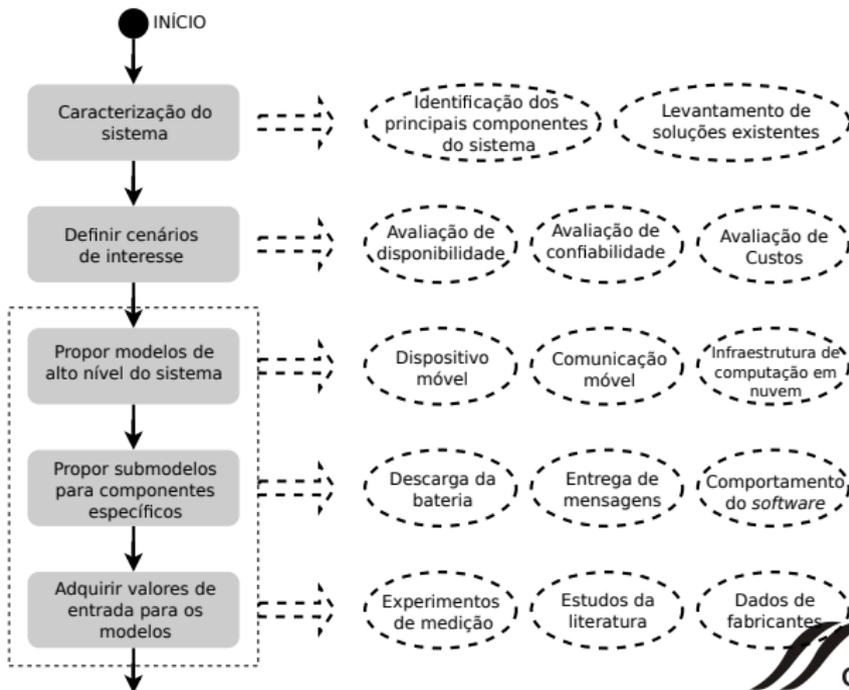


# Metodologia de apoio





# Metodologia de apoio



# Metodologia de apoio

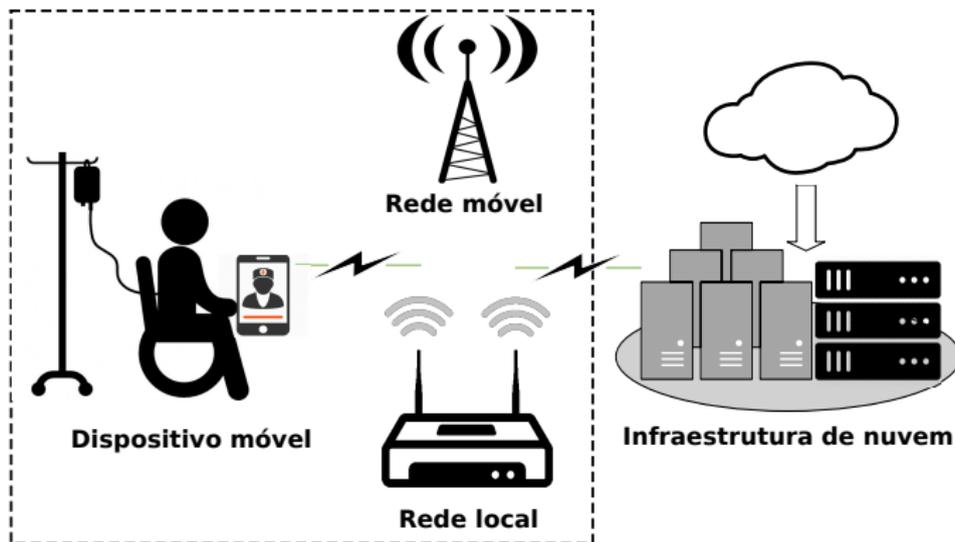


## Cenários de pesquisa

- Avaliação de dependabilidade do sistema *mHealth*:
  - Arquitetura vs custo;
  - Envelhecimento vs rejuvenescimento.
- Avaliação do tempo de vida da bateria em dispositivos móveis;
- Probabilidade de entrega de mensagens;
- Otimização de sistemas mHealth:
  - Arquitetura vs custo;
  - Sensores de sinais vitais.



# Arquitetura do sistema móvel





## Cenários de conectividade



(a) Cenário #1



(b) Cenário #2



(c) Cenário #3



(d) Cenário #4



# Tempo de vida da bateria

$$\gamma = (\phi + \zeta) \times \beta \quad (1)$$

onde,  $\phi$  é o tempo médio de descarga de um único ciclo de vida de uma bateria.  $\zeta$  representa o tempo médio para recarregar uma bateria em sua capacidade máxima. E  $\beta$  é o número médio de ciclos de vida da bateria.



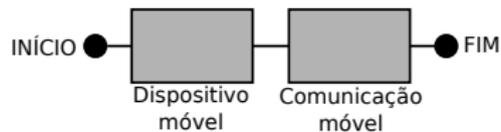
# Descarga da bateria



$$\delta = (\lambda_{rl} \times P_{rl}) + (\lambda_{rm} \times P_{rm}) + (\lambda_{none} \times P_{none}) \quad (2)$$

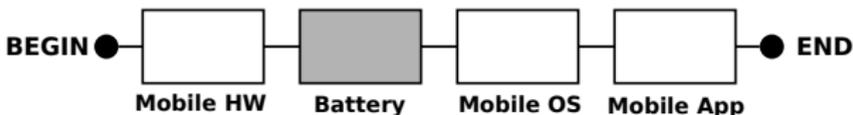


# Modelo RBD para a computação móvel



$$A_s = A_{dm} \times A_{cm} \quad (3)$$

# Modelo RBD do dispositivo móvel



$$A_{md} = A_{Mobile\_HW} \times A_{Battery} \times A_{Mobile\_OS} \times A_{Mobile\_App} \quad (4)$$

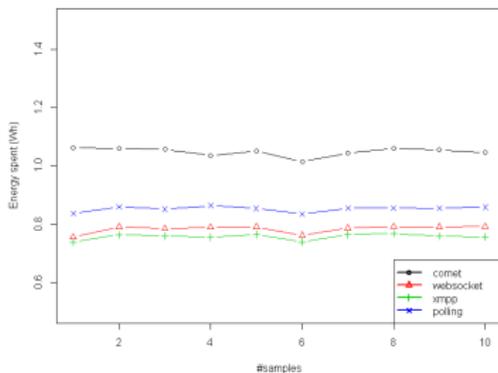


# Parâmetros de entrada para o modelo de conectividade

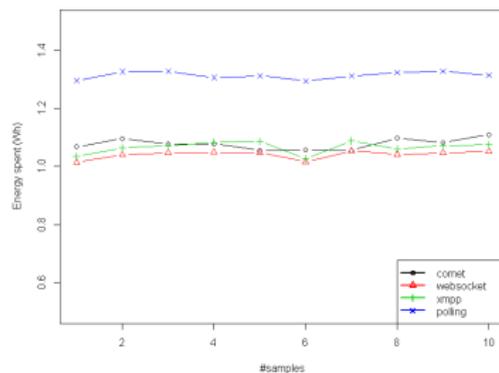
Cenário	Parâmetros ( $h^{-1}$ )			
	$\lambda_{ln\_c}$	$\mu_{ln\_c}$	$\lambda_{mn\_c}$	$\mu_{mn\_c}$
#1	1/10, 0	1/0, 5	1/10, 0	1/0, 5
#2	1/10, 0	1/0, 5	1/0, 5	1/10, 0
#3	1/0, 5	1/10, 0	1/10, 0	1/0, 5
#4	1/0, 5	1/10, 0	1/0, 5	1/10, 0



# Resultados experimentais



(e) Rede local



(f) Rede móvel

Figure: Consumo de energia de protocolos de troca de mensagens

## Resultados experimentais

Protocolo	Rede	Consumo (Wh)	Ciclo de vida (h)
Polling	Local	0,85542278	5,19
	Móvel	1,31776778	3,37
Long-polling	Local	1,04927000	4,23
	Móvel	1,30852722	3,39
WebSockets	Local	0,78378222	5,66
	Móvel	1,04279889	4,26
XMPP	Local	0,75758944	5,86
	Móvel	1,07097056	4,15
Nenhuma	-	0,01000000	444,0

# Resultados dos modelos

Table: Resultados do modelo de conectividade

Cenário	Conectividade ( $P$ )		
	Rede local	Rede móvel	Nenhuma
#1	0,9522283	0,0454922	0,0022794
#2	0,9522283	0,0022744	0,0454973
#3	0,0476545	0,9068863	0,0454586
#4	0,0476545	0,0453479	0,9069969

## Resultados dos modelos

Table: Tempos de descarga por ciclo

Cenários	Tempo de descarga (h)			
	Polling	Long Polling	WebSockets	XMPP
#1	5,07671	4,19221	5,58902	5,76491
#2	5,42738	4,42701	5,92155	6,12945
#3	3,59208	3,58569	4,51658	4,40992
#4	40,51659	37,47321	47,37659	47,38827



# Resultados dos modelos

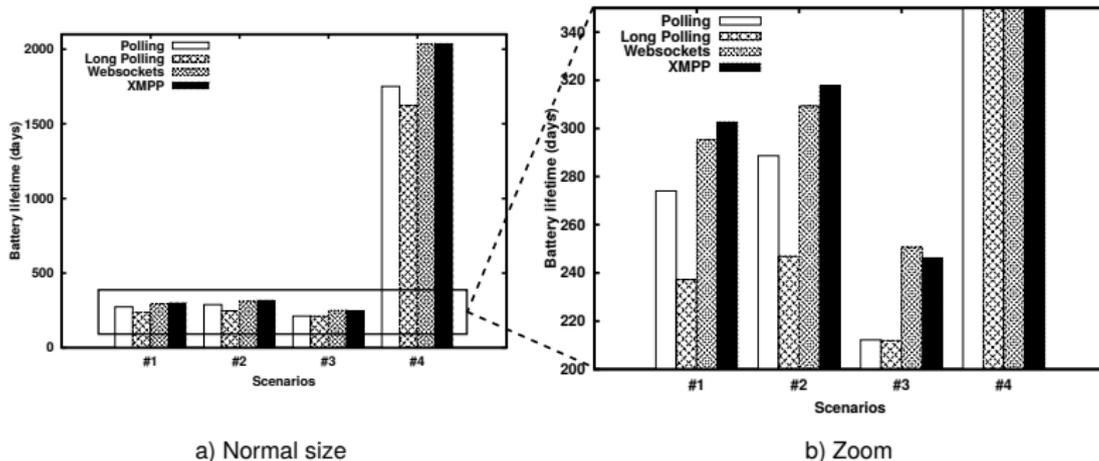


Figure: Tempo de vida da bateria para todos os cenários

## Resultados dos modelos

Table: Utilização da bateria para todos os cenários

Cenários	Tempo de utilização (dias)			
	Polling	Long Polling	WebSockets	XMPP
#1	211,5296	174,6754	232,8758	240,2044
#2	226,1408	184,4585	246,7315	255,3937
#3	149,6700	149,4037	188,1911	183,7467
#4	1688,1913	1561,3835	1974,0249	1974,5114



# Resultados dos modelos

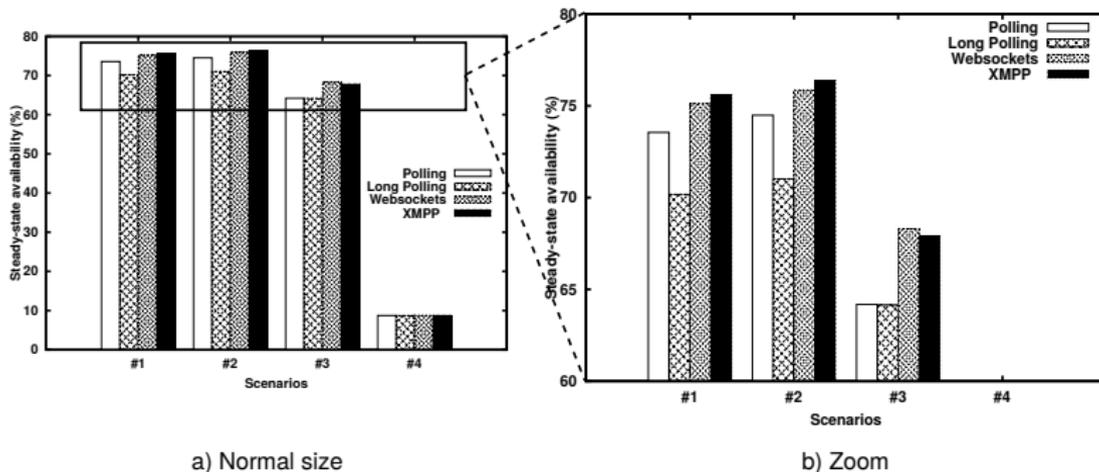
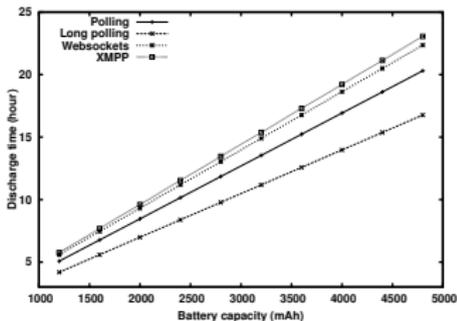


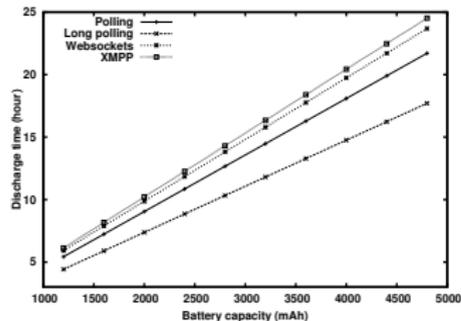
Figure: Disponibilidade do serviço móvel para todos os cenários



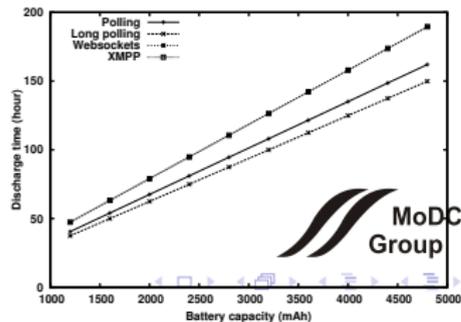
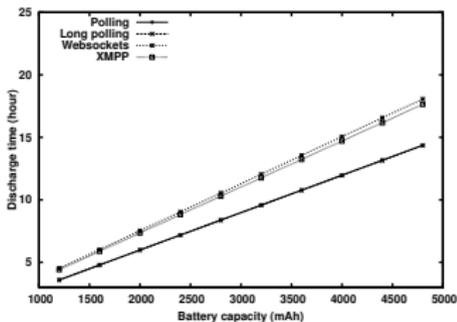
# Resultados dos modelos



(a) Cenário #1



(b) Cenário #2



## Próximas etapas...

- Finalização da escrita do artigo sobre “Modelagem de performabilidade e análise de sensibilidade de um ambiente de *mobile cloud computing*” ;
- Organização dos resultados e escrita de artigo do estudo sobre “Otimização de sensores de sinais vitais” ;
- Otimização de arquiteturas de *mobile cloud computing*.

# Dúvidas?

